

Об особенностях применения датчика концентрации углекислого газа

А.В. Евдокимович (Компания Segnetics)

Показано влияние концентрации CO₂ в воздухе на состояние человека. Описан алгоритм работы автоматической коррекции базовой линии, реализованный в самокалибрующемся датчике SenseAir.

Ключевые слова: самокалибровка, концентрация углекислого газа, датчик.

Подавляющее большинство специалистов в области вентиляции сходятся во мнении: углекислый газ является индикатором состояния воздуха [1–3]. Много CO₂ — значит, много и более вредных веществ (формальдегиды и прочая ядовитая органика, PM2.5 и т.д.). Это логично: ведь если вентиляция не справляется с воздухообменом, то в помещении накапливается и выдыхаемый нами CO₂, и весь остальной «воздушный коктейль». Так что вполне резонно измерять концентрацию CO₂ в воздухе, чтобы оценить качество этого самого воздуха.

Для оценки качества воздуха в навесной модификации панели оператора Trim 5 (рис. 1) предусмотрена заказная опция наличия датчика CO₂. Это инфракрасный датчик, оценивающий число молекул CO₂ в калиброванном объеме по преломлению инфракрасного излучения определенной частоты.

Датчики CO₂ очень капризны. Они требуют ежегодной калибровки с использованием специального регламента и специальных технических газов. Но зачастую совсем не требуется знать точное значение концентрации CO₂. Достаточно оценить, насколько воздух в жилых и офисных помещениях днем становится хуже качеством, чем ночью. Это позволит оценить и скорректировать производительность системы вентиляции до приемлемого уровня. Поэтому в панели оператора Trim 5 применен самокалибрующийся датчик SenseAir.

О влиянии концентрации CO₂ в воздухе на состояние человека

Уровень углекислого газа в воздухе измеряется в ppm: 1 ppm = 0,0001%. Для России 1400 ppm углекислого газа в воздухе — это уже недопустимое количество (согласно ГОСТ 30494-2011). В Америке общие стан-



Рис. 1

дарты ASHRAE (американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха) гласят: жалобы на головную боль начинаются с 2000 ppm.

Средние допустимые значения углекислого газа (рис. 2):

- 300 ppm — норма на природе;
- 500 ppm — норма на улице в современном городе;
- 700...1500 ppm — норма в помещении, причем ближе к 1500 ppm уже начинаются

жалобы на духоту, головную боль, вялость и т.д.

Функция SenseAir ABC

Все датчики SenseAir являются необслуживаемыми в нормальных условиях эксплуатации благодаря наличию встроенного подстроечного алгоритма ABC (automatic baseline correction). Подстроечный алгоритм обеспечивает автоматическую рекалибровку



Рис. 2. Влияние концентрации CO₂ на самочувствие

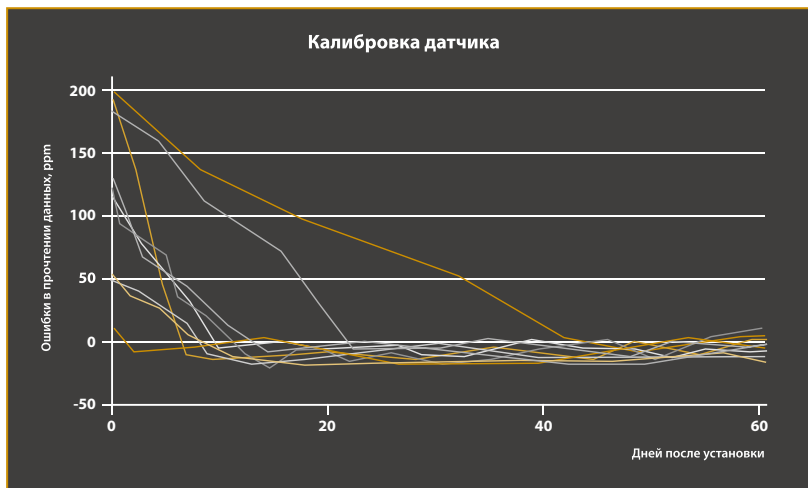


Рис. 3. Калибровка датчика

датчика без использования технических газов и без участия обслуживающего персонала. Автоматическая рекалибровка позволяет обеспечить приемлемое качество измерений на протяжении более 15 лет при эксплуатации внутри жилых помещений.

Особенности подстроечного алгоритма ABC

Алгоритм подстройки постоянно отслеживает измеряемый датчиком уровень CO₂ и определяет минимальное измеренное значение в течение определенного времени. Исходя из этого минимального значения,



Рис. 4. Показания сенсора



Рис. 5. Автоматическая калибровка датчика

алгоритм постепенно корректирует смещение опорной точки, расположенной на значении в 400 ppm (0,04% содержания CO₂), то есть предполагаемого свежего воздуха. В обычных условиях помещения проветриваются, и содержание CO₂ становится равным уличному. Чем чаще проветривается помещение, тем лучше. Алгоритм подстройки предполагает, что помещение проветривается не реже одного раза за 8 дней. И в этот момент концентрация CO₂ в помещении падает до 400 ppm. Исходя из этого корректируется положение опорной точки.

Неаккуратное обращение, транспортировка и вибрации могут повлиять на точность измерения уровня CO₂. Но из-за наличия алгоритма подстройки показания датчика со временем приходят обратно в норму.

Алгоритм подстройки автоматически отключается, если девиации содержания CO₂ становятся слишком маленькими. Такое обычно бывает в аэропортах, теплицах и подобных помещениях и зданиях, в которых либо люди постоянно находятся, либо постоянно отсутствуют. Содержание CO₂ находится примерно на одинаковом уровне в течение длительного времени. В этом случае погрешность постепенно будет накапливаться и через некоторое время показания выйдут за разумные пределы. Время накопления погрешности зависит от многих факторов, но обычно это время измеряется неделями и месяцами. Но даже после этого достаточно поместить контроллер на 6 недель в обычные офисные условия и корректность показаний датчика восстановится.

Если фоновый уровень CO₂ выше или ниже 400 ppm, то со временем датчик рекалибруется и начинает считать, что фоновый уровень равен 400 ppm. Мировые исследования показали, что в основном средний уровень фонового содержания CO₂ равен именно 400 ppm, но в каждой местности, конечно же, есть свои отклонения. В этом случае датчик будет показывать искаженные данные. Но это не так плохо, как кажется. Человек за время жизни адаптируется к фоновой концентрации той местности, в которой он живет, и поэтому изменение содержания CO₂ в воздухе с 400 ppm до 1400 ppm человеком в одной местности субъективно воспринимается точно так же, как изменение содержания с 500 ppm до 1500 ppm человеком, привыкшим к фоновому уровню 500 ppm.

Таким образом, важно именно изменение концентрации относительно фонового, а не его абсолютная величина. Примером могут служить жители высокогорных районов, которые в городах постоянно чувствуют недомогание. И наоборот, жители городов далеко от города, в лесах и полях испытывают приподнятые чувства, вызванные слишком уменьшенным содержанием CO_2 в воздухе.

Для получения точных абсолютных значений концентрации CO_2 достаточно дать контроллеру подстроить датчик к фоновому уровню CO_2 в течение 20...40 дней и посредством сертифицированного калиброванного измерителя произвести коррекцию на величину разницы реального фонового уровня и 400 ppm. Таким образом, при наличии естественного фона в 450 ppm к показаниям датчика нужно добавить 50 и итоговые показания будут соответствовать реальности именно в абсолютных цифрах (рис. 3).

Алгоритм подстройки работает непрерывно 8-дневными циклами все время жизни прибора. Электронные

компоненты рассчитаны на работу в течение ≥ 15 лет со дня выпуска контроллера. Поэтому, если датчик не подвергается воздействию агрессивной атмосферы, то его показания всегда остаются актуальными без какого-либо дополнительного обслуживания (рис. 4).

На рис. 5 приведен пример работы алгоритма подстройки. Типично содержание CO_2 в офисном здании постепенно увеличивается в течение рабочего дня и падает в ночное время и выходные дни. Поэтому периодом подстройки выбрано значение в 8 дней.

Список литературы

1. Мансуров Р.Ш., Гурин М.А., Рубель Е.В. Влияние концентрации углекислого газа на организм человека // Строительство и архитектура. 2017. №8.
2. Варбанец Т.В. Парниковый эффект и роль в нем углекислого газа // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. X междунар. науч.-практ. конф. № 3(10). Новосибирск: СибАК, 2014.
3. Скорер Р. Аэрогидродинамика окружающей среды. Изд. М.: Мир. 1980. С. 549.

*Евдокимович Арсений Викторович – ведущий инженер АСУТП компании Segnetics.
Контактный телефон (812) 335-01-91.*

НОВАЯ КНИГА

Скляр В. Обеспечение безопасности АСУТП в соответствии с современными стандартами. Издательство "Инфра-Инженерия". Объем 380 стр., переплет: твердый.



Подробно рассмотрены требования к безопасности АСУТП международного стандарта МЭК 61508 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью», дана их интерпретация для практического воплощения. Последовательно раскрыты конкретные шаги, необходимые для получения сертификата соответствия МЭК 61508. Особое внимание уделено подготовке к сертификации, в том числе определению объекта серти-

фикации, проектной инфраструктуры, плана и сметы затрат на выполнение работ. Рассмотрены требования стандарта, относящиеся к управлению безопасностью, предложены методы ее количественного оценивания и меры по ее обеспечению. Отдельно разобраны вопросы сертификации ПЛИС и применения методологии Assurance Case. Дан набор упражнений для закрепления навыков в области обеспечения и оценивания функциональной безопасности.

Для инженеров по АСУТП и специалистов в области ИТ, собирающихся сертифицировать системы управления и их компоненты на соответствие международным стандартам в области функциональной безопасности, а также для руководителей, желающих поднять безопасность АСУТП предприятия на новый уровень.

Оформить заказ на книгу можно на сайте издательства "Инфра-Инженерия": <http://www.infra-e.ru>
skype: infra_e WhatsApp: 8 (911) 512-48-48.
Справки по тел.: 8-800-250-66-01(звонок по России бесплатный).

Юсупов Р.Х. Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами. Издательство "Инфра-Инженерия". 2018 г.



Рассмотрены общие вопросы автоматизации систем управления предприятиями. Даны основные понятия теории управления, сформулированы принципы построения информационных систем автоматизированного регулирования, в том числе интегрированных. Подробно раскрыты вопросы информационной безопасности предприятия и предложены методы построения корпоративной системы защиты информации. Описаны отличительные черты и принципы кон-

струирования SCADA-систем. Даны рекомендации по использованию системы SCADA TRACE MODE в отечественной практике на примерах действующих предприятий.

Соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования последнего поколения.

Для студентов инженерных специальностей образовательных учреждений высшего профессионального образования, научных работников и инженеров.

Оформить заказ на книгу можно на сайте издательства "Инфра-Инженерия": <http://www.infra-e.ru>
skype: infra_e WhatsApp: 8 (911) 512-48-48.
Справки по тел.: 8-800-250-66-01(звонок по России бесплатный).